Aus der Reichsanstalt für das deutsche Bäderwesen (Prof. Dr. H. Vogt)
und der bioklimatischen Beobachtungsstelle des Sanatorium Dr. Amelung
(Königstein im Taunus)

Untersuchungen über die Beziehung zwischen Außen- und Innenklima bei klimatischen Mittelgebirgskuren

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des medizinischen Doktorgrades
der Medizinischen Fakultät
der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau

vorgelegt von

Johann-Matthias Bansa

Breslau 1940

Breslauer Genossenschafts-Buchdruckerei, E. G. m. b. H., Breslau 1, Ursulinerstraße 1

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau.

Berichterstatter: Professor Dr Vogt
Dekan: Professor Dr. Gottron

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Sonderdruck aus „Der Balneologe", 7. Jahrgang 1940, Heft 5
(Verlag von Julius Springer, Berlin W 9)

Sonderdruck aus „Der Balneologe", 7. Jahrgang 1940, Heft 5.
(Verlag von Julius Springer, Berlin W 9.)
Printed in Germany.

Untersuchungen über die Beziehung zwischen Außen- und Innenklima bei klimatischen Mittelgebirgskuren*.

Von **I. M. Bansa,** Breslau.

(Aus der Reichsanstalt für das deutsche Bäderwesen [Prof. Dr. H. VOGT] und der bioklimatischen Beobachtungsstelle des Sanatorium Dr. AMELUNG [Königstein im Taunus]).

Die folgende Arbeit soll ein Beitrag zur praktischen Kurortklimatologie sein, indem sie sich weniger mit den allgemeinen meteorologisch-klimatischen Eigenschaften eines Kurorts befaßt, sondern die Einwirkungen dieses gegebenen „Außenklimas" auf die unmittelbare Umgebung des Menschen innerhalb einer Heilstätte studiert.

Eingehende Untersuchungen über die Bioklimatologie des Mittelgebirges wurden in den letzten Jahren von den verschiedensten Seiten unternommen[1]. Für den Taunus, wo die im folgenden dargestellten Untersuchungen stattfanden, sei besonders auf die Arbeit von W. AMELUNG: „Heilklimatische Beobachtungen im Vordertaunus" [Balneologe **1**, H. 11 (1934)] hingewiesen.

Es ergibt sich aus diesen Arbeiten, daß für die heilende Wirkung des Klimas Reizfaktoren und Schonfaktoren, neben anderen, vielleicht qualitativen Besonderheiten,

* D 85.

von Bedeutung sind. Die verschiedenen Klimaelemente haben im Mittelgebirge eine reizmildere Wirkung als im Hochgebirge. Bei vielen chronischen inneren Erkrankungen und Nervenkrankheiten, sowie zum Zwecke von Nachkuren, wurde das reizmilde Klima des Mittelgebirges schon immer dem differenteren Klima des Hochgebirges oder der See vorgezogen. Aber auch hier müssen wir es in der Hand haben, die klimatischen Anforderungen an den Organismus durch ein „Sanatoriumsklima" so zu dosieren, daß der Kranke weder zu geringen noch zu starken Reizen ausgesetzt wird, und sich allmählich den klimatischen Anforderungen gewachsen zeigt.

Zur Untersuchung des „Kurortkleinklimas", wie es sich den Kranken in Sanatoriumszimmern, Hausliegehallen, Gartenliegehallen und Luftbad darbietet, standen 3 Apparate zur Verfügung: 1. der Pfleiderer-Büttnersche Frigorigraph zur Bestimmung der Abkühlungsverhältnisse; 2. das UV.-Dosimeter der I. G. Farbenindustrie A.G. zur Messung der biologisch wirksamen Strahlung; 3. der Scholzsche Kernzähler zur Messung des Kondensationskerngehaltes der Luft.

Das Prinzip des Pfleiderer-Büttnerschen Apparates[2] soll wegen seiner Beziehung zu den physiologischen Abkühlungsverhältnissen kurz erläutert werden: Er besteht aus einer elektrisch aufheizbaren Kupferhohlkugel von 15 cm Durchmesser. Krümmungsgrad der Oberfläche und Farbe des Anstrichs sind bezüglich der Wind- und Strahlungswirkung weitgehend der menschlichen Haut angeglichen. Die für den Wärmehaushalt des Menschen wichtige Beziehung zur mittleren Hauttemperatur wird hergestellt durch eine konstante Wärmezufuhr, die der vom Menschen unter Normalbedingungen auf trockenem Wege abgegebenen Wärmemenge entspricht. Die Kugeltemperatur ist also bei Behaglichkeitsverhältnissen gleich der mittleren Hauttemperatur des liegenden nackten Menschen. Außerhalb des Behaglichkeitsbereiches steigt oder fällt die Kugeltemperatur stärker als die Hauttemperatur. Sie gibt aber in diesen Bereichen den bioklimatisch so wichtigen Maßstab für die Beanspruchung des Wärmeregulationsmechanismus (Schweißsekretion, Perspiratio insensibilis, Capillarerweiterung oder -verengerung, Herauf- oder Herabsetzung des Stoffwechsels) wie er durch den Organismus selber vollzogen wird, oder auch für die Wärmeregulation, wie sie von außen an den Organismus herangebracht wird. Die „Kugel" gibt also ein annähernd genaues Bild der für Klimakuren so wichtigen physiologischen Abkühlungsverhältnisse des Menschen, wie sie durch Wärmeeinstrahlung der Sonne und der Umgebung, durch Windwirkung und Lufttemperatur, sowie durch Abstrahlung des menschlichen Körpers an die Umgebung bestimmt werden.

Sie wird in Zimmern, Liegehallen oder im Freien in Höhe des liegenden Kranken aufgestellt. Die Temperatur wird widerstandselektrisch gemessen bzw. fortlaufend durch ein Mehrfachschreibegalvanometer registriert. Die Registrierung der Abkühlungsverhältnisse in Celsiusgraden ist ein besonderer Vorzug des Geräts, da man durch Vergleich mit der Lufttemperatur sofort ein Bild von den Strahlungs- und Windverhältnissen eines Ortes bekommt, und somit die für die Bilanz des menschlichen Wärmehaushalts wichtige Übertemperatur der Kugel über der Lufttemperatur ablesen kann.

Die Untersuchungen mit dem Pfleiderer-Büttnerschen Apparat fanden im September und Anfang Oktober 1937 statt.

Außer den vorher erwähnten klimatisch wirksamen Faktoren des Mittelgebirges, kommen im Herbst, besonders an schönen Tagen, Bedingungen hinzu, die für Herbstkuren eine Rolle spielen. Bekannt sind die besonderen Verhältnisse des UV.-Klimas im Herbst. Die hier gefundenen Werte werden weiter unten im Zusammenhang mit der UV.-Wirksamkeit in Sanatoriumsräumen dargestellt. Ebenso wichtig sind die für Klimakuren im Herbst besonders günstigen Abkühlungsverhältnisse. Der Witterungscharakter ist gleichmäßiger und beständiger als zu anderen Jahreszeiten; die interdiurnen Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen sind hier in den Monaten September und Oktober als die kleinsten des ganzen Jahres befunden worden[3], so daß die thermische Belastung in dieser Zeit geringer als in anderen Monaten ist. Relativ starke Sonneneinstrahlung bei leichter nächtlicher Abkühlung und tagsüber oft niedriger Lufttemperatur, schaffen ein Klima, das im Vergleich zum Frühjahr reizmilde ist (Linke[4]), aber gerade deswegen für viele Kranke als geeignet erscheint.

Im Herbst ist nun gerade das „Heilstättenklima" des Mittelgebirges, wie es in Luftbad, Liegehallen und Zimmern die Kranken umgibt, wegen seiner Milde und Ausgeglichenheit besonders gut dosierbar und ausnutzbar. Ja, es müssen in den Monaten August und September wegen des reizarmen Klimas gelegentlich besondere Reize durch Luftbad und starke Bewegung im Freien verabfolgt werden (Amelung). Infolge des tieferen Sonnen-

standes ist die Einstrahlung in die Liegehallen trotz des kürzeren Tageslaufes intensiver als im Sommer, da die Strahlung auch um die Mittagszeit in die Liegehallen gelangt.

Es wurden nun an drei Stellen des Sanatoriums vergleichende Messungen der Abkühlungsverhältnisse im Tagesgang durchgeführt, indem jeweils die Kugeltemperatur in der Sonne und im Schatten des betreffenden Raumes mit der Abkühlungstemperatur im Freien (Liegewiese oder Balkon) verglichen wurde.

Die Gartenliegehalle liegt zu ebener Erde und ist gegen Süden offen. Ein Teil des Himmels wird durch ein Schutzdach verdeckt, so daß die Himmelsstrahlung nur zum Teil einwirken kann. Abb. 1 zeigt den Tagesgang in der Gartenliegehalle an einem strahlungsreichen Tag: Sonnenscheindauer 9 Stunden, Maximumtemperatur 19,0°, Minimumtemperatur 6,0°. Vor Sonnenaufgang liegt die Abkühlungstemperatur sehr tief, 20—22°: nach der Pfleiderer-schen Empfindungsskala „sehr kalt". Mit Beginn der Einstrahlung zwischen 9 und 10 Uhr steht die Sonne schon ziemlich hoch und erwärmt rasch. Die Kugeltemperatur erreicht um 11.30 Uhr ihr Maximum von 38°. Das entspricht nach der Empfindungsskala der Stufe V, „sehr warm".

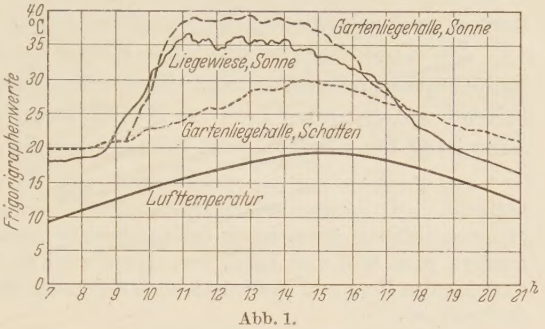

Abb. 1.

Deutlich macht sich der Windschutz der Liegehalle bemerkbar, indem hier die Abkühlungstemperatur während der Sonneneinstrahlung etwa 3° über der des Luftbades liegt.

Pfleiderersche Empfindungsskala
für den nackten liegenden Menschen (in thermischer Beziehung).

Stufe	Begrenzung der Stufe Grad	Mittlere Abkühlungs-temperatur Grad	Mittlere Hauttemperatur Grad	Empfindung
0	20	20	—	sehr kalt
I	20—24	22	23,5	kalt
II	24—29	27	28,2	kühl
III	29—33	31	31,0	indifferent
IV	33—38	35	33,7	behaglich
V	38—42	41	36,0	warm
VI	42—48	46	36,0	heiß
VII	48	48	37,0	sehr heiß

Für Nacktliegekuren kühl bis indifferent ist die Abkühlungstemperatur im Schatten der Liegehalle. Es wird sich also im Herbst dieses Schattenklima mehr für einfache Liegekuren bei bekleidetem Körper eignen. Die Kurve des Tagesganges im Schatten zeigt einen gleichmäßigeren und weniger gezackten Verlauf als in der Sonne.

Bei starker Sonneneinstrahlung sind die Schwankungen der Kugeltemperatur stärker als im Schatten. Daran zeigt sich deutlich die Wirkung von schwacher Luftbewegung auf die weit über Lufttemperatur erwärmte Kugel, wie sie ja auch beim Menschen vorhanden ist: Wir empfinden bei starker Erhitzung und Sonnenbestrahlung das leichteste Lüftchen als angenehm kühl. An den starken Schwankungen zeigt sich also deutlich das stärker reizende Klima der Freiluft gegenüber geschützten Räumen.

Für das Herbstklima an schönen Tagen ist die kurze aber intensivere Strahlung charakteristisch: Von 16 Uhr an sinkt die Abkühlungstemperatur im Freien und in der Liegehalle stark ab. Nach Sonnenuntergang besteht ein großer Unterschied der Kugeltemperatur in Freiluftbad und Liegehalle, weil die Kugel im einen Falle stark Wärme gegen den klaren Himmel ausstrahlt, im anderen Falle das über Tag erwärmte Holzdach Wärme gegenstrahlt.

Die Tagesmaxima der Kugeltemperatur in Sonne und Schatten der Gartenliegehalle liegen zu ganz verschiedenen Zeiten (Abb. 1).

In der Sonne ist die Ursache dafür die Absorption der Strahlung durch den vom Boden aufsteigenden Wasserdampf; die Wärmestrahlung erreicht dadurch früher ihr Maximum als es dem Höchststand der Sonne entspricht. An Herbsttagen verläuft dieser Vorgang oft umgekehrt, weil Morgennebel den Morgenanstieg verhindern; der Nebel verschwindet im Mittelgebirge rasch, und die Sonnenstrahlung ist über Mittag relativ stärker als im Sommer, weil die Erwärmung des Bodens und die Wasserverdun-

stung eine geringere ist. Das erklärt wiederum die therapeutisch hochwertige Wirkung der Gartenliegehalle gerade im Herbst in der Zeit von 10—16 Uhr.

Im Schatten der Liegehalle und des Freiluftbades ist die Kugeltemperatur abhängig von der Lufttemperatur. Diese erreicht erst zwischen 14 und 15 Uhr ihr Maximum, weil sie nicht durch direkte Sonnenstrahlung, sondern durch Ausstrahlung des Bodens erwärmt wird. In der Liegehalle wird die Luft außerdem durch Wärmestrahlung des Holzdaches und geringe Stagnation etwas höher temperiert.

Am Vormittag ist also das Klima in der Gartenliegehalle durch relativ niedrige Lufttemperatur und starke Sonnenstrahlung bei Behaglichkeitsverhältnissen stärker reizend und erfrischend als am Nachmittag. An warmen Strahlungstagen wäre daher der Vormittag für Freiluft- und Sonnentherapie dem Nachmittag vorzuziehen.

Ein Vergleich mit der *Hausliegehalle* zeigt bei etwa gleichen Temperatur- und Sonnenscheinverhältnissen und geringer Windstärke ein etwas verändertes Bild (s. Balneologe **1938**, 87, Abb. 5). Die Hausliegehalle ist im 2. Stock des Sanatoriums gelegen und hat 2 Glaswände mit 4 großen Schiebefenstern nach SSE und ENE, von denen zwei stets geöffnet sind. Sie ist durch Baumkronen und ansteigenden Bergwald beschattet, so daß ein noch größerer Teil des Himmels als in der Gartenliegehalle verdeckt ist.

Abb. 5 (Balneologe **1938**, 87) zeigt die noch stärkere Windschutzwirkung der Hausliegehalle, indem hier die Abkühlungstemperaturen sowohl in der Sonne als auch im Schatten um 3° höher liegen. Aus dem gleichen Grunde weisen auch die Temperaturen in der Sonne geringere Schwankungen auf.

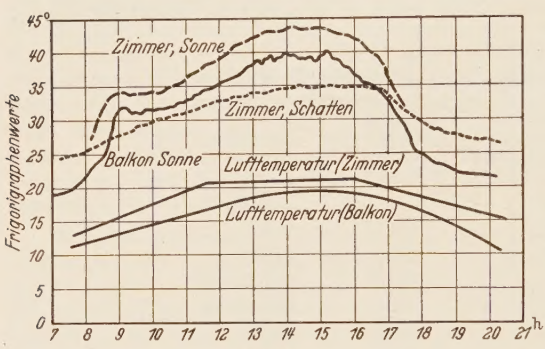

Abb. 2.

Nachmittags ist auf dem Balkon die Abkühlungstemperatur etwas höher als in der Liegehalle durch die stärkere Wärmeausstrahlung der Hauswand.

Die klimatisch günstigen Bedingungen der Hausliegehalle werden besonders deutlich durch den Vergleich mit einem Sanatoriumszimmer (Abb. 2).

Es wurden auch hier die im Schatten und in der Sonne des Zimmers gemessenen Kugeltemperaturen mit den Freiluftverhältnissen des Balkons verglichen. Vormittags schien die Sonne durch das große offene Ostfenster, das durch Bäume etwas beschattet ist und nur einen kleinen Teil der Himmelsstrahlung hereinläßt; von 12.30 Uhr an empfing das Zimmer die Wärmeeinstrahlung durch die offene, nach SW gelegene und stärker der Himmelsstrahlung ausgesetzte Balkontür.

Die Abb. 2 zeigt deutlich die Unterschiede der Wärmeeinstrahlung durch das diffuse Himmelslicht; aber vor allem sieht man die große Windschutzwirkung, die die Kugeltemperatur fast während des ganzen Tages auf 4—5° über der des Balkons hält. Diese hohe Abkühlungstemperatur ist vor allem durch die stagnierende warme Luft des Zimmers bedingt. Es besteht also im Zimmer ein ausgesprochen zu warmes Schonklima, wie es für Sonnen- und Freiluftttherapie nicht erwünscht ist. Eine bessere Belüftung ist mit Durchzug und entsprechender thermischer Belastung verbunden. In der Hausliegehalle ist trotz des Windschutzes bessere und gleichmäßigere Lüftung durch die großen Schiebefenster möglich. Dabei gestatten die großen Fenster genügend Sonneneinstrahlung, die aber wieder durch Baumbeschattung gemildert wird. Die Wirkung dieser Beschattung ist im Sommer bei gleichzeitig höherem Sonnenstand eine besonders kühlende und erfrischende.

Hier sei noch unsere Beobachtung eingefügt, daß bei sonnigem, aber dunstigem Wetter die Wärmestrahlung des Himmels größer ist als an klaren Tagen, und daß infolgedessen die Abkühlungstemperatur im Freien durchweg höher ist als in der sonnigen Gartenliegehalle. Es wird daher die Liegewiese des Luftbads an solchen Tagen mehr Licht und Wärme bieten (Abb. 3). Nach Hoelper[5] kann sogar die Gesamtstrahlung von Himmel *und* Sonne bei über 50% Wolkenbedeckung stärker sein als bei wolkenlosem Himmel. Dabei spielt die Form und Höhe der Wolken eine große Rolle: Hohe Cirrhen verstärken die Strahlung durch Streuung und Reflexion (Gegenstrahlung der Atmosphäre — H. Pfleiderer).

Nicht nur Strahlungstage stellen die für die klimatische Therapie günstigen Bedingungen dar. Wieviele Kranke, insbesondere aber solche Nervöse und Erholungsuchende meinen, daß der Erfolg einer Klimakur allein von dem Schönwetter abhängt, das sie während ihrer Kur am Kurort antreffen. Der Satz des PARACELSUS: „Der Regen heilt der Sonne Schaden", gilt wohl mehr für heiße Hochsommertage; aber auch im Herbst wirken einige kühle Regentage nicht ungünstig, wenn wir die Abkühlungstemperatur durch Liegehallen auf einer erträglichen Höhe halten können. Abb. 4 zeigt einen Vergleich der Kugeltemperaturen an den drei Stellen des Sanatoriums bei kühlem Regenwetter. Hier ist am deutlichsten der Windschutz der Hausliegehalle zu erkennen, indem die Abkühlungstemperatur gegenüber der Lufttemperatur beträchtlich höher liegt als im Freien.

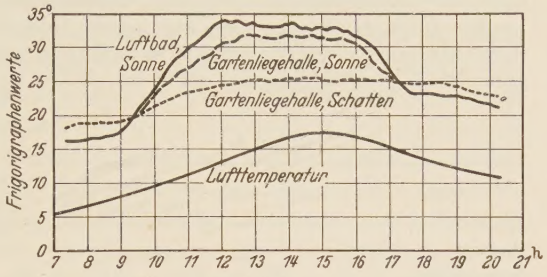

Abb. 3.

Wir haben durch Befragen von Patienten 25° als das Minimum der Abkühlungstemperatur gefunden, bei dem sich ein Mensch in normaler Bekleidung für längere Zeit aufhalten kann, ohne sich unbehaglich zu fühlen. So etwa waren die Wärmeverhältnisse an dem betreffenden Regentag. Ein Defizit ist durch 1 oder 2 Decken leicht auszugleichen, und es besteht nun der Vorteil der absolut während des ganzen Tages gleichbleibenden Abkühlungstemperatur. Von der klimatisch so bedeutungsvollen Kernarmut des Innen- und Außenklimas an Regentagen wird weiter unten noch Experimentelles berichtet.

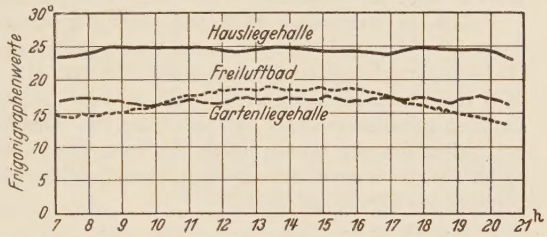

Abb. 4.

In der Gartenliegehalle entspricht die Abkühlungstemperatur bei Regenwetter etwa den Freiluftwerten. Morgens und abends, sowie bei windigem Wetter ist sie etwas höher. Interessant war zu beobachten, daß auch an Regentagen über Mittag eine Wärmestrahlung des Himmels im Freien wirksam ist, die man in der Liegehalle nicht nachweisen konnte.

Wir haben also durch Gartenliegehalle und Hausliegehalle die Möglichkeit, die Klimareize bei jedem Wetter dem Bedürfnis des Kranken entsprechend zu dosieren. Nehmen wir das Freiluftklima der Liegewiese hinzu, so haben wir 3 wohlabgegrenzte Bereiche des Heilstättenklimas.

1. Schonklima der Hausliegehalle. Es wird sich vor allem für Kreislaufkranke und solche Nervöse eignen, die eine stärkere thermische Belastung und Sonnenbestrahlung schlecht vertragen.

2. Mildes Reizklima der Gartenliegehalle. Dieses kann natürlich auch im Herbst, je nach Temperatur und Luftbewegung, zu einem stärkeren Reizklima werden. Es wird sich im Schatten u. a. eignen für Lungentuberkulose, in der Sonne für alle Arten chirurgischer Tuberkulose; ebenso für in Abklingen begriffene katarrhalische Erkrankungen. Es seien nur Beispiele genannt. Man wird dann in bestimmten Fällen zur Freiluftherapie auf der Liegewiese übergehen können, denn das Zusammenwirken von Wind und starker Sonnenstrahlung begünstigt die Anpassungsfähigkeit der Capillardurchblutung an die dauernd wechselnden Reize (s. die Freiluftkurven!). Daß die Freiluft- und Sonnentherapie den Organismus den stärksten klimatischen Reizen aussetzt, und bei Rekonvaleszenten und Erholungsuchenden durch Umstimmung und Stoffwechselsteigerung oft günstig wirkt, ist eine alte Erfahrung; das ihr zugrundeliegende physiologische Geschehen wird heute mehr und mehr erkannt.

Im folgenden werden nun die Einwirkungen des ultravioletten Strahlungsklimas auf die verschiedenen Sanatoriumsräume dargestellt, wie wir sie hier, parallel zu den Beobachtungen über die Abkühlungsverhältnisse, untersucht haben.

Zunächst ein kurzer Überblick über die UV.-Strahlung im Freien:

Im Herbst ist die Sonne infolge des geringeren Ozongehaltes der oberen Atmosphäre trotz des niedrigeren Sonnenstandes reich an Ultraviolettstrahlung. Der Strahlungsgenuß kann noch erhöht werden durch das häufig klare und heitere Herbstwetter im deutschen Südwesten, das bedingt ist durch den Vorstoß des Azorenhochs nach Mitteleuropa (F. Baur[6]). Die im Vergleich zum Hochsommer geringere Wärmestrahlung hat zur Folge, daß es um die Mittagszeit weniger zu Dunst- und Wolkenbildung kommt; dies ermöglicht die volle Ausnutzung der Strahlung zur Zeit des höchsten Sonnenstandes.

Tabelle 2.

Monat	Höchstwerte	Mittelwerte um 12 Uhr WOZ
August	12	13
September	12	10
Oktober	12	8

Tabelle 2 zeigt die Höchst- und Mittelwerte aller Schönwettertage beim Übergang vom Spätsommer zum Herbst, gemessen nach den relativen Intensitätseinheiten des bioklimatischen UV.-Dosimeters.

Die im Frühjahr zu der Zeit gleicher Sonnenhöhe gemessenen mittleren Mittagswerte können hier zahlenmäßig nicht angegeben werden, weil sie mit dem älteren Uviolglastyp des UV.-Dosimeters bestimmt wurden. (Dieses liefert nach Israel-Köhler[6a] keine ganz zuverlässigen Werte.) Es läßt sich aber aus ihnen ersehen, daß die dem September und Oktober entsprechenden Frühjahrswerte erheblich geringer sind. UV.-Messungen im Taunus von W. Hartmann[7] ergaben für September und Oktober eine um 10—15% stärkere UV.-Intensität als zu der entsprechenden Zeit im Frühjahr.

In mittleren Höhen stellt die *UV.-Himmelsstrahlung* einen wichtigen heilklimatischen Faktor dar, insbesondere dann, wenn die Gesamtintensität an UV. durch Dunst nicht zu stark herabgesetzt wird (Hoelper). Sie ist in Meereshöhe sehr viel größer als die direkte Sonnenstrahlung. In einer Höhe von 1800 m sind die mittleren Werte beider Strahlungsfaktoren etwa gleich stark[8].

Abb. 2 (Balneologe **1938**, 86) stellt das Verhältnis der Gesamtstrahlung zur Himmelsstrahlung dar, wie es hier am 1. Oktober durch Messungen im direkten Sonnenlicht und in einem schmalen Schatten (Fahnenstange) bestimmt worden ist. Die UV.-Himmelsstrahlung betrug um 9 Uhr 85%, um 12 Uhr 55% der Gesamtstrahlung. Sie büßt also bei höherem Sonnenstand an Intensität ein zugunsten der direkten Sonnenstrahlung. Hierzu trägt der verschiedene Verlauf beider Intensitätskurven zum Teil bei, indem die eine Kurve linear, die andere nach der e-Funktion verläuft. Das ist eine wichtige Tatsache für die Sonnentherapie in Liegehallen, da hier ja die Einstrahlung größtenteils durch direkte Sonnenbestrahlung geschieht.

Die im Freien gemessene UV.-Himmelsstrahlung ist für den Klimatherapeuten weiterhin wichtig zur Beurteilung der Wirkungen im Freiluftbad: Wieviel von dem biologisch wirksamen Bereich des Sonnenspektrums trifft den Kranken oder Genesenden in der Sonne, wieviel im Schatten? Der Halbschatten oder der Vollschatten werden zu einem wichtigen Dosierungsmittel, wenn es sich z. B. darum handelt, rachitische Kinder vorsichtig mit Heliotherapie zu behandeln oder auch in bestimmten Stadien von Lungentuberkulose die Therapie mit einer geringen Strahleneinwirkung zu versuchen (Pfleiderer[9]). Diese nur als Beispiele für viele andere mögliche Indikationen. Der Anteil der UV.-Himmelsstrahlung ist im Herbst wegen des niedrigen Sonnenstandes ziemlich hoch, so daß diese Jahreszeit auch für Volluftbäder als besonders geeignet erscheint. Freilich enthält die Himmelsstrahlung nur dann den biologisch wirksamen Strahlenbereich, wenn die Sonne die nötige Höhe erreicht hat und selber UV.-Strahlung sendet (Hoelper[10]). Nimmt man 10 relative Einheiten als Mindestmaß für die Erythemwirksamkeit an, so ist die Gesamtstrahlung von 10—12 Einheiten im Herbst in der Zeit von 11—14 Uhr durchaus erythembildend.

Ob bestimmte Wolkenbildungen die Himmelsstrahlung und damit die Gesamtstrahlung erhöhen ist eine strittige Frage. Manche Beobachtungen sprechen dafür (Knepple, Dorno, F. Baur[11]). Wir beobachteten im Herbst bei hoher dünner Cirrhostratusbewölkung um etwa 1—2 Einheiten höhere Werte der Gesamtstrahlung, als bei ganz klarem Wetter oder Dunst. Auf jeden Fall darf die Bewölkung nur sehr dünn sein, um eine Erhöhung der Strahlung bewirken zu können. Jede Art von Lufttrübung wirkt sicher vermindernd auf die Gesamtstrahlung (Hoelper). Das ist für die Freiluft- und Sonnentherapie von Bedeutung.

Für die Untersuchung der UV.-Strahleneinwirkung in mehr oder weniger gedeckte Räume, spielt das Verhältnis von direkter Sonneneinstrahlung zur Himmelsstrahlung eine

weit größere Rolle, als bei der sichtbaren Strahlung und der Wärmestrahlung, weil der kurzwellige Teil des Sonnenspektrums durch die Luftmoleküle stärker gebeugt wird als der langwellige Teil.

Es wurde in Liegehallen und Zimmern nur die UV.-Strahlung im direkten Sonnenlicht gemessen. Die Differenzen der Strahlungsintensitäten in den verschiedenen Räumen gehen daher auf Kosten der mehr oder weniger stark einwirkenden Himmelsstrahlung. In Abb. 5 sind die Kurven des Tagesganges der an den verschiedenen Stellen der Heilstätte gemessenen UV.-Strahlungsintensitäten mit der Gesamtstrahlung im Freien verglichen. Bemerkenswert ist der Unterschied zwischen der Hausliegehalle und dem stark der Sonne und der Wärmeeinstrahlung ausgesetzten Zimmer. Es wurde in beiden Räumen in 2 m Abstand vom geöffneten Fenster bzw. Balkontür gemessen. Zu den vorher erörterten günstigen Bedingungen der Hausliegehalle im Vergleich zum Zimmer, kommt also noch die stärkere Einstrahlung von ultraviolettem Licht bei geringerer thermischer Belastung hinzu. Die Kurven b und c veranschaulichen, um wieviel geringer der Strahlungsgenuß an UV. auf einem von Bäumen beschatteten Freibalkon im Vergleich zur Gartenliegehalle sein kann (Lage des Balkons: SSE.). In der Gartenliegehalle ist die UV.-Intensität im Vergleich zum Freiluftbad um 25%, im Zimmer um 65% reduziert.

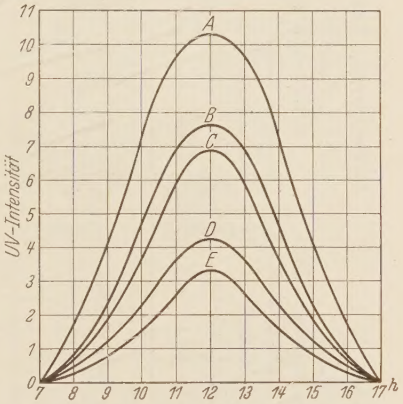

Abb. 5. A = Im Freien. B = Gartenliegehalle. C = Beschatteter Freibalkon. D = Hausliegehalle. E = Zimmer.

Für die Dosierung der klimatischen Faktoren in Heilstätten ist schließlich noch das Verhältnis der UV.-Intensität zur calorischen Intensität der Sonnenstrahlung (Pfleiderer[12]) von Bedeutung. Es lassen sich daher die in den verschiedenen Räumen gemessenen Kugeltemperaturen mit dem UV.-Kurven vergleichen. Je niedriger die Abkühlungstemperaturen bei gleichzeitiger ultraviolettreicher Sonnenstrahlung (um die Mittagszeit) sind, desto größere thermische Anforderungen werden an den Organismus gestellt. Die in den Abb. 1, 5 (Balneologe 1938, 87) und 3 dargestellten Kugeltemperaturen geben zusammen mit den gleichzeitig bestimmten UV.-Intensitäten (Abb. 5) einen Maßstab für die biologische Wirksamkeit und Reizgröße des Klimas in den verschiedenen zum Kuraufenthalt dienenden Plätzen der Heilstätte. Danach sind wiederum im Luftbad die Anforderungen durch Einwirkung von Wind, Sonnen- und Himmelsstrahlung am größten, im Zimmer am kleinsten. Die Liegehallen bieten abgestufte Möglichkeiten.

Das Verhältnis von Wärmestrahlung zur Ultraviolettstrahlung ist auch im Schattenklima des Luftbads im Vergleich zum Schattenklima in gedeckten Räumen von klimatherapeutischem Interesse: Bei klarem Himmel sind Licht- und vor allem Wärmestrahlung im Sonnenschatten des Luftbads sehr gering, während die vom gesamten Himmelsgewölbe stammende UV.-Strahlung nur wenig vermindert ist (K. Büttner[13]).

Zur Ergänzung der vorhergehenden Betrachtungen sei noch einiges über vergleichende Untersuchungen des Luftareosols berichtet, soweit es den Gehalt an geladenen und ungeladenen Kondensationskernen betrifft. Die Untersuchungen sollen eine Fortsetzung der von W. Amelung und H. Landsberg am selben Ort begonnenen Arbeiten sein[14].

Die Kernzählungen fanden nicht alle parallel zu den oben dargestellten Beobachtungen statt, sondern in der Zeit von April bis Mitte September 1937. Es wurden an jedem Untersuchungstage 4—8 Kernzählungen an jedem Platz vorgenommen und gleichzeitig die Abkühlungsgröße mit dem Hillschen Katathermometer sowie die Lufttemperatur gemessen. Die Ergebnisse wurden mit den Terminbeobachtungen der hiesigen Wetterdienststelle und mit der Großwetterlage in Beziehung gebracht.

Aus dem umfangreichen Material seien nur einige für das Heilstättenklima wichtige Ergebnisse berichtet.

Für den Gehalt der Luft an Kondensationskernen ist der Besiedlungseinfluß weitgehend maßgebend. Aus diesem Grunde konnte über den Einfluß von Luftkörpern verschiedener Herkunft nichts Sicheres festgestellt werden. Verschiedene Luftkörper hatten nach unseren Feststellungen nur indirekten Einfluß, indem der Wind, der einmal aus kernreichem, dann wieder aus kernarmem Gebiet wehte, den Kerngehalt der Luft bestimmte (s. auch Egloff, Flach, Mack, Amelung, Landsberg, Jusacz[15]). So wurden die höchsten Werte von 30000—40000 Kerne pro Kubikzentimeter während der Heizungsperiode und bei Wind aus SW, S und W gemessen, der aus dem Siedlungsgebiet heraufweht. Die niedrigsten Werte fanden sich im Sommer, morgens nach nächtlichem Gewitterregen.

Im Laufe des Tages ist der Kerngehalt meist sehr unterschiedlich: Er ist morgens und abends an den meisten Tagen durchweg geringer als über Mittag. Dafür ist während der Heizungsperiode der Hausbrand verantwortlich zu machen. Im Sommer wurde nur an warmen Strahlungstagen über Mittag eine wesentlich höhere Kernzahl festgestellt. Der Höchstwert entsprach meist ziemlich

Abb. 6.

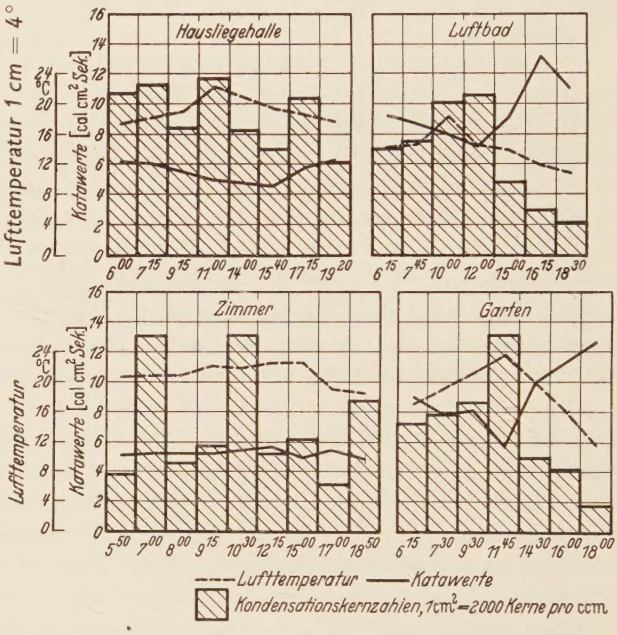

Abb. 7.

genau dem Maximum der Sonneneinstrahlung des betreffenden Tages, zu der Zeit zwischen 11 und 13 Uhr. Diese Feststellung deckt sich mit Beobachtungen von Landsberg am kleinen Feldberg im Taunus.

L. gibt dafür die einleuchtende Erklärung, daß die kernreiche Luft aus der industriereichen Mainebene am Taunushang emporsteigt[16]. In Königstein sind außerdem auch im Sommer ganz lokale Siedlungseinflüsse vorhanden.

Am Abend nach warmen Sommertagen, sinkt der Kerngehalt durch den kernarmen Bergwind im Freien rasch ab (Abb. 6 und 7). Dem Kranken oder Erholungsuchenden kommt also neben der abendlichen Kühle gleichzeitig die luftreinigende Wirkung des Hangwindes zugute.

An strahlungsarmen Tagen steigt der Kerngehalt im Sommer nur wenig oder gar nicht an. Stündlich vorgenommene Messungen ergaben z. B. am 22. VII. (Abb. 1, Balneologe **1938**, 86) ein gleichmäßiges Auf- und Abschwanken zwischen 3000 und 6000 Kernen (pro Kubikzentimeter).

Vergleichende Messungen in Gartenliegehalle, Hausliegehalle und in verschiedenen Zimmern ergaben mehr oder weniger ein *Sonderklima*, und zwar war der Unterschied gegenüber den Außenwerten um so größer, je weniger der betreffende Raum mit der Außenluft in Verbindung stand. Einen gewissen Maßstab für die Belüftung bildete, insbesondere auf Zimmern und in Liegehallen, die mit dem Katathermometer gemessenen Abkühlungswerte (= „Katawerte"). Es ergab sich aus fast allen Messungen, daß geringe Katawerte mit einer durchschnittlich höheren Kernzahl einhergehen. Der Vorgang der Lufterneuerung durch Luftwechsel und Luftbewegung ist also auch an der Kernzahl zu beobachten. Windrichtung, Sonneneinstrahlung und Besiedlungseinflüsse variieren andererseits über Tag, gerade in gut gelüfteten Räumen, den Kerngehalt der Luft ganz erheblich. Für die am meisten der Freiluft ausgesetzte Gartenliegehalle wurde durch häufige Untersuchungen festgestellt, daß sie den Einfluß kernreicher, sowie kernarmer Luft in ganz geringem Maße abschirmt. Umgekehrt ist nach Regen und Abkühlung der Kerngehalt noch mehrere Stunden etwas erhöht im Vergleich zur Außenluft, und aus dem gleichen Grunde gelangen lokale Raucheinwirkungen nicht so schnell zur Verteilung wie im Freien.

In verstärktem Maße ist das in der viel geschützteren Hausliegehalle und im Zimmer der Fall: Nach gründlicher Belüftung durch kernarme Bergluft am Abend bleibt die Kernzahl lange Zeit unter den Außenwerten. Für gewöhnlich ist aber die Belüftung trotz geöffneter Fenster viel geringer und dadurch die Kernzahl höher als in der Gartenliegehalle.

Die in Abb. 6 und 7 dargestellten Meßergebnisse veranschaulichen den Zusammenhang mit der Abkühlungsgröße: In Abb. 6 wurde das Zimmer abends mit Durchzug gelüftet; dagegen war in der Hausliegehalle trotz geöffneter Fenster nur geringe Luftbewegung, dadurch gleichmäßige Katawerte und ziemlich gleichgroße, im Vergleich zur Außenluft etwas höhere Kernzahlen. Die Außenluftwerte sind zur Zeit der größten Sonnenintensität am höchsten; am Abend sind sie durch Wirkung des Hangwindes niedrig. Die am Abend niedrigen Katawerte in der Gartenliegehalle und auf dem Balkon sind auf die Wärmeausstrahlung des erhitzten Holzdaches bzw. Hauswand zurückzuführen.

Die Abb. 7 ist die luftreinigende und kühlende Wirkung eines Gewitters nach einem warmen, sonnigen Mittag deutlich zu sehen, wie sie sich im Freien und in den Räumen der Heilstätte bemerkbar macht: In der Hausliegehalle ist das Fehlen des Mittagsanstiegs der Kernzahl bei durchschnittlich höheren Werten, und die geringe Abkühlung ein Beispiel für die schützende Wirkung. Das Sonderklima der Innenräume wird noch deutlicher an dem nur wenig gelüfteten Zimmer (Fenster wenig auf). Die Kernzahlen sind im Durchschnitt niedriger, zeigen aber zwei plötzliche Anstiege, die nachweisbar auf lokalen Raucheinfluß vom Schornstein des Nachbarhauses zurückzuführen sind. Daran zeigt sich deutlich die Stagnation in einem fast geschlossenem Luftraum.

An strahlungsarmen, windigen Tagen stimmt der Kerngehalt im Freien am meisten mit dem in Liegehallen und Zimmern festgestellten überein. Das zeigt deutlich Abb. 1, Balneologe **1938**, 86. Der Wind kam abwechselnd aus besiedeltem und unbesiedeltem Gebiet. Es wurden an diesem Tag stündlich an zwei Stellen im Freien und in zwei Sanatoriumsräumen Kernzählungen vorgenommen. Die Kernzahlen zeigen einen wellenförmigen Tagesgang, der sich etwas nachschleppend auf die Innenräume überträgt. Dabei sind die Schwankungen im Freien größer als in Hausliegehalle und Zimmer, die Durchschnittszahlen sind dafür aber in den Räumen höher. Das durchschnittliche Verhältnis des Kerngehaltes im Freien und in der Hausliegehalle betrug an diesem Tage 4:5.

In vollständig von der Außenluft abgeschlossenen Räumen wurden hier ganz andere Kernzahlenverhältnisse gefunden, als unter direkter Einwirkung des Außenklimas. Durchschnittlich waren die Werte niedriger als im Freien. (Das stimmt mit den Untersuchungen von Egloff, Davos, überein[17]). Zeigte z. B. ein unbewohntes und ungeheiztes Zimmer morgens bei guter Lüftung gleich hohe Werte wie im Freien, so sanken sie nach Schließen des Fensters innerhalb einiger Stunden beinahe auf die Hälfte ab. Umgekehrt stieg die Kernzahl nach Öffnen des Fensters auf über das Doppelte an, wenn es vorher viele Stunden ungelüftet und unbewohnt war.

Diese Erscheinung ist wohl nicht mit dem höheren Dampfdruck zu erklären, wie es Egloff für geheizte Zimmer annimmt, sondern es muß sich hier um Unterschiede der Luftbewegung handeln: Im Freien werden die vorhandenen Kerne viel stärker aufgewirbelt als im unbewohnten Zimmer bei geschlossenen Fenstern. Damit wäre auch der meist höhere Kerngehalt bei Heizung erklärt, indem hierdurch eine stärkere Luftbewegung im Zimmer verursacht wird.

Belegte Krankenzimmer wiesen bei nur wenig geöffnetem Fenster und subjektiv guter Luft eine ganz geringe Kernzahl auf (z. B. 1500 Kerne); andere, bei subjektiv warmer und dumpfer Luft zeigten viel höhere Kernzahlen bei geringer Abkühlung (z. B. 12500 Kerne). Die Werte im Freien und in der gut gelüfteten Hausliegehalle betrugen zur gleichen Zeit (8 Uhr morgens) 3600 Kondensationskerne.

Daraus ist zu ersehen, daß das subjektive Gefühl einer „verbrauchten Luft" auch durch den Gehalt an Kondensationskernen nachzuweisen ist (s. auch die Arbeit von Amelung und Landsberg!).

Inwieweit der hohe Kerngehalt eines schlecht gelüfteten Zimmers in der Bewohnung durch den Menschen seine Ursache hat, und wieviele Kerne von Außeneinflüssen herrühren, ist zahlenmäßig schwer zu erfassen. Daß außer den von außen einwirkenden Faktoren auch noch solche vorhanden sind, die von der Bewohnung durch den Menschen ausgehen, dürfte nach unseren Befunden als wahrscheinlich gelten.

Zusammenfassend ist über den Einfluß der Kondensationskerne auf die verschiedenen Kur- und Aufenthaltsräume der Kranken zu sagen, daß sie, je nach ihrer Abgeschlossenheit vom Außenklima, eine mehr oder weniger abschirmende Wirkung gegen alle Luftarten haben, und daß sich diese abschirmende Wirkung etwas deckt mit der Größe der Abkühlung in dem betreffenden Raum. Die Verminderung des Kerngehaltes der Außenluft durch Zufuhr von Waldluft oder nach Gewittern, findet in der Raumluft weniger deutlich und etwas nachschleppend statt; die Vermehrung durch Siedlungseinfluß und Strahlung geschieht in gleicher Weise langsamer und weniger stark.

Vom heilklimatischen Standpunkt ist daraus der Schluß zu ziehen, daß die Luft in einem abends gut gelüfteten Raume bezüglich des Kerngehaltes auch am Tage reiner sein kann als im Freien, daß aber bei etwas geringerer Belüftung und lokalem Raucheinfluß der Kerngehalt stets höher ist als im Freien. Das Schonklima der Hausliegehalle geht also in besiedeltem Gebiet mit einer durchschnittlich etwas höheren und gleich mäßigeren Kernzahl einher. Das Reizklima des Luftbads weist einen stärker wechselnden Kerngehalt der Luft auf.

Wieweit dieser Wechsel sich auf den menschlichen Organismus auswirkt, ist wohl weniger wichtig, als die Tatsache, daß im umwaldeten Luftbad eher die Möglichkeit besteht, kernarme reine Luft zu atmen.

Es muß in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen werden, daß eine übergroße Luftreinheit wahrscheinlich ebenso wie ein Übermaß an atmosphärischen Suspensionen nachteilig von dem Organismus empfunden wird[18]. Nach F. Linke soll auch die Föhnkrankheit auf einer übernormalen Reinheit der Luft beruhen. Ein Kurortklima im Mittelgebirge wird daher mit Sicherheit auch durch ein physiologisch günstig wirkendes Maß an Kondensationskernen als solches gekennzeichnet.

Zusammenfassung.

Es wurde versucht, die schon seit langem in der Klimatherapie empirisch erkannten heilenden Faktoren des mittleren Höhenklimas im Freien und in Liegehallen durch Untersuchung der Strahlungs- und Abkühlungsverhältnisse, sowie durch Bestimmung des Kondensationsgehaltes der Luft innerhalb und außerhalb der Heilstätte zu bestimmen. Dabei wurde vom Gesichtspunkt des Schon- und Reizklimas ausgegangen: Es wurde gezeigt, wie zu einer bestimmten Jahreszeit die Abkühlungsverhältnisse des Außenklimas (bezogen auf den menschlichen Körper durch den Büttner-Pfleidererschen Frigorigraphen), sowie die UV.-Strahlung, auf verschiedenste Kur- und Aufenthaltsräume einer Heilstätte einwirken. Die heilklimatische Bedeutung der UV.-Himmelsstrahlung wurde durch Messungen in Luftbad, Liegehallen und Zimmern nachgewiesen; die Beziehung der calorischen und UV.-Strahlung in Sonne und Schatten des Luftbads und in gedeckten Räumen kurz dargestellt.

Die kurortklimatischen Strahlungs- und Abkühlungsverhältnisse erhielten durch Messungen der Luftreinheit in Außenluft und Raumluft eine medizinisch-klimatologisch wichtige Ergänzung.

Es ergaben sich aus den Untersuchungen Anhaltspunkte für eine Dosierung klimatischer Reize durch die 3 klein-klimatischen Bereiche einer den Außeneinflüssen wenig ausgesetzten Hausliegehalle, einer freier gelegenen Gartenliegehalle und eines vollständig den Einflüssen des Mittelgebirgsklimas ausgesetzten Luftbads.

Literaturverzeichnis.

[1] Ausführl. Schriftt.: Klin. Wschr. **1935**, 421 — Bacmeister, In Lampert „Heilquellen und Heilklima". Dresden 1934 — Verh. Kongr. inn. Med. **1935**, 509 — V. Conrad u. a., „Klima und Tuberkulose". Leipzig 1932. — [2] Pfleiderer, Z. exper. Med. **90**, H. 1 u. 2 **1933**, 372 — Dtsch. med. Wschr. **1937**, 635 — K. Büttner, 3. internat. Kongr. f. Lichtforschg. Wiesb. **1936**, 700 — K. Büttner u. E. Sutter, Strahlenther. **54** (1937) — E. Sydow, Balneologe **1937**, 495. — [3] Amelung, Balneologe **1934**, 495. — [4] Linke, Z. physik. Ther. **41**, **1931**, 195. — [5] Hoelper, 3. internat. Kongr. f. Lichtforschg. Wiesb. **1936**, 648. — [6] Amelung, Dtsch. med. Wschr. **1935**, 519. — [6a] Israel-Köhler, In Beitr. Klin. Tbk. **89**, H. 3 (**1937**). — [7] W. Hartmann, Meteor. Z., Bioklim. Beibl. **1925**, 224. — [8] A. Durig, Wien. klin. Wschr. **1937**, 20. — [9] Pfleiderer, 3. internat. Kongr. f. Lichtforschg. Wiesb. **1936**, 694. — [10] O. Hoelper, Balneologe **1934**, 284. — [11] R. Knapple, Strahlenther. **49** (1934). — [12] Pfleiderer, In „Die Welt der Strahlen", S. 128. Leipzig: Quelle & Meyer 1937. — [13] K. Büttner, l. c. — [14] W. Amelung u. H. Landsberg, Meteor. Z., Bioklim. Beibl. **1934**, 49. — [15] K. Mack, Inaug. Diss. Marburg 1937 — Egloff, Inaug. Diss. Zürich 1934 — Amelung u. Landsberg, l. c. — Flach, Bioklim. Beibl. **1935**, 12. — H. I. Jusacz, Gesdh.ing. **1936**, 317; **1937**, 380. — [16] H. Landsberg, Meteor. Z., Bioklim. Beibl. **1934**, 125. — [17] Egloff, l. c. — [18] F. Linke, Arch. of med. Hydrol. **1937**, 292.

Breslau 16, Kaiserstaße 65.

Druck der Spamer-A.-G. in Leipzig.

Lebenslauf.

Ich wurde am 1. August 1913 in Eppenrod (Unterlahnkreis) als Sohn des Pfarrers Otto Bansa und seiner Ehefrau Berta, geb. Zenker, geboren. Nach Besuch der Heimatschule in Rengsdorf und Neuwied trat ich Ostern 1924 in eine höhere Schule in Stuttgart ein und legte 1933 am Eberhard-Ludwig-Gymnasium in Stuttgart die Reifeprüfung ab. Im Sommersemester 1933 begann ich das Studium der Medizin an der Universität Frankfurt a. M., wo ich im Wintersemester 1935/36 die ärztliche Vorprüfung ablegte. Im Sommersemester 1936 setzte ich nach halbjähriger Unterbrechung (Arbeitsdienst) das medizinische Studium an der Universität Breslau fort und legte am 6. Juni 1939 vor dem ärztlichen Prüfungsausschuß in Breslau das medizinische Staatsexamen ab. Vom 1. Juli bis 26. August 1939 arbeitete ich als Medizinalpraktikant an der Hals-, Nasen-, Ohrenabteilung des Allerheiligen-Hospitals in Breslau (Prof. Dr. Jung). Am 26. August 1939 wurde ich zum Heeresdienst einberufen.

Johann-Matthias Bansa.